

# СТРУКТУРНЫЕ И ФАЗОВЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В СПЛАВЕ ЖС36-ВИ ПОСЛЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ВЫДЕРЖЕК В ИНТЕРВАЛЕ ТЕМПЕРАТУР 1000...1300°C

Попов Н.А.

Научный руководитель – д.т.н. Лесников В.П.

Россия, г. Екатеринбург, Уральский федеральный университет имени  
первого

Президента России Б.Н. Ельцина, turbomet@e1.ru

Исследовано изменение тонкой структуры сплава ЖС36-ВИ после нагревов до различных температур в печи согласно ДСК-кривой (рис. 1) по следующим режимам:

1. Нагрев 25°C → 1100°C, выдержка 30 мин. → 25°C с охлаждением на воздухе.
2. Нагрев 25°C → 1150°C, выдержка 30 мин. → 25°C с охлаждением на воздухе.
3. Нагрев 25°C → 1230°C, выдержка 30 мин. → 25°C с охлаждением на воздухе.
4. Нагрев 25°C → 1300°C, выдержка 30 мин. → 25°C с охлаждением на воздухе.

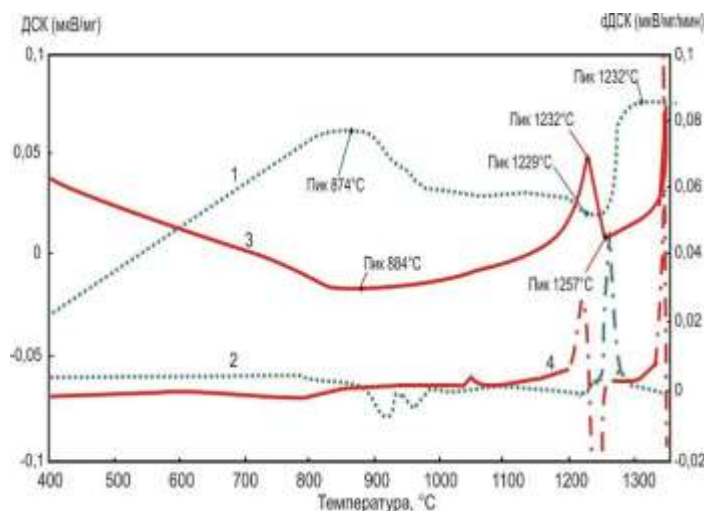


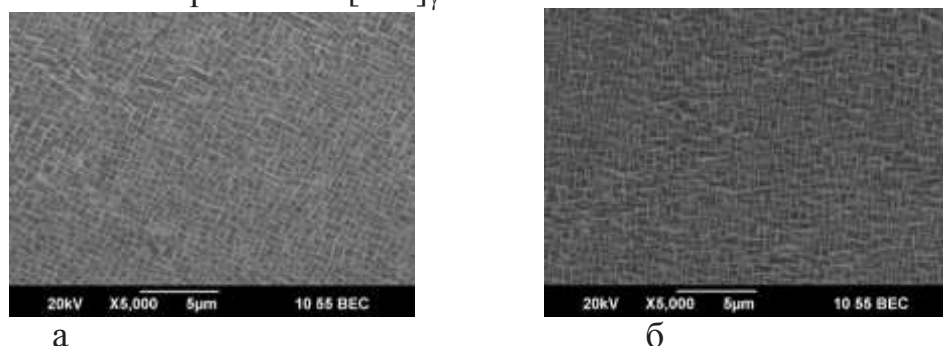
Рис. 1 ДСК при нагреве (1, 2) и охлаждении (3, 4) образцов из сплава ЖС36-ВИ после ТВО.

Исследования проведены на образцах из сплава ЖС36-ВИ после полной стандартной термовакуумной обработки (ТВО). Отклонение от КГО [001] составляли 2...4°.

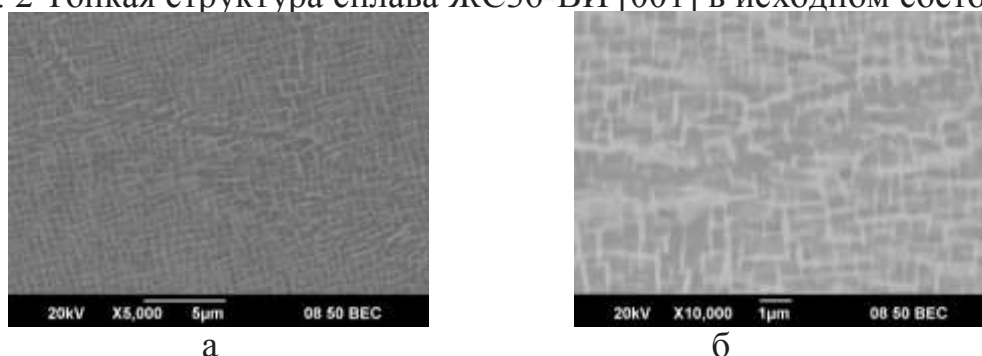
Режимы нагрева 1,2 соответствовали стабильному состоянию ( $\gamma + \gamma'$ ) структуры сплава с увеличением размера  $\gamma'$ - частиц, режим 3 – охлаждение от температуры начало интенсивного растворения  $\gamma'$ -фазы, а режим 4 – переход ( $\gamma + \gamma'$ ) структуры сплава в однофазное  $\gamma$  – твердого раствора (рис. 1).

После стандартной термической обработки для сплава ЖС36-ВИ [001] типична однородная дисперсная ( $\gamma+\gamma'$ ) структура с высокой объемной долей упрочняющей  $\gamma'$ -фазы (75%). В междоосных участках размер  $\gamma'$ -фазы крупнее, чем в осях дендритов. Присутствуют субграницы и микропоры

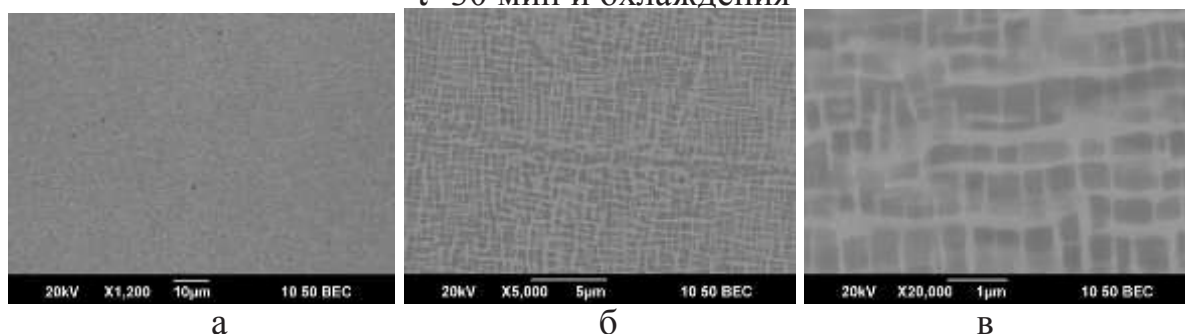
(рис. 2), выделений ТПУ-фаз не наблюдается. При высокотемпературных нагревах до 1100 – 1150°C происходит коалесценция частиц  $\gamma'$ -фазы, ее рост в междоосных пространствах и по субграницам (рис.3, 4). При этом частицы  $\gamma'$ -фазы сохраняют кубическую форму. На продольных сечениях образцов с КГО [001] наблюдаются начальные стадии формирования рафт-структуры: частицы  $\gamma'$ -фазы меняют свою кубоидную форму и вытягиваются в направлении [001] <sub>$\gamma$</sub> .



а – поперечное сечение образца; б – продольное сечение образца  
Рис. 2 Тонкая структура сплава ЖС36-ВИ [001] в исходном состоянии



а – поперечное сечение образца; б – продольное сечение образца  
Рис. 3 Тонкая структура сплава ЖС36-ВИ [001] после нагрева на  $T=1100^{\circ}\text{C}$ ,  $\tau=30$  мин и охлаждения

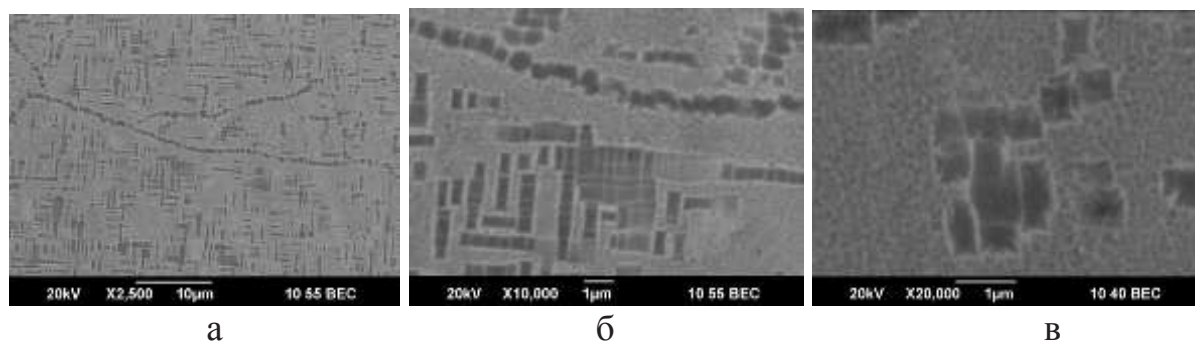


а,б – поперечное сечение образца; в – продольное сечение образца  
Рис. 4 Тонкая структура сплава ЖС36-ВИ [001] после нагрева на  $T=1150^{\circ}\text{C}$ ,  $\tau=30$  мин и охлаждения

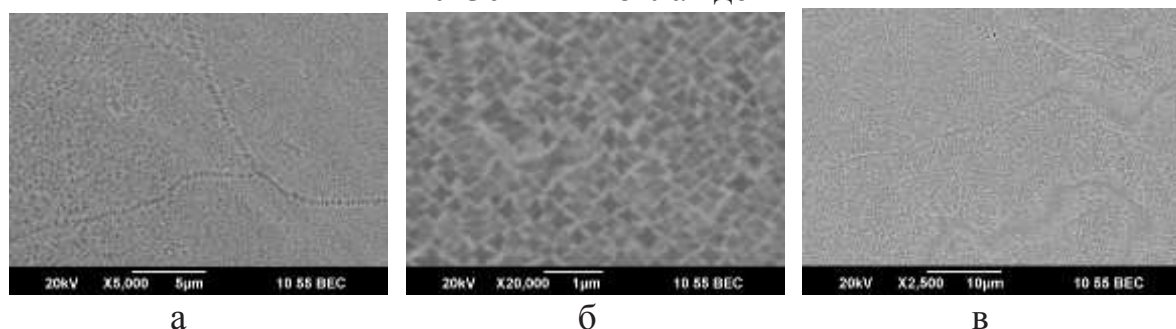
Ширина прослоек  $\gamma$ -фазы в  $(\gamma+\gamma')$  структуре сплава значительно увеличилась. Выделений ТПУ фаз в сплаве не обнаружено, происходит рост микропор в межосных пространствах сплава. При нагреве до 1230°C начинается интенсивное растворение значительной части  $\gamma$ -частиц, а при охлаждении – выделение из  $\gamma$  – твердого раствора дисперсных частиц вторичной  $\gamma'$ -фазы (рис. 5). На фоне этой дисперсной  $(\gamma+\gamma')$  структуры наблюдаются нерастворившиеся частицы  $\gamma'$ -фазы, которые расположены в междоосном пространстве и по субграницам.

Структура сплава ЖС36-ВИ после нагрева до 1300°C (область перехода в однофазное состояние  $\gamma$ -твердого раствора) приведена на рис.6. Произошло растворение частиц первичной  $\gamma'$ -фазы, а при охлаждении - образование мелкодисперсных частиц вторичной  $\gamma'$ -фазы при распаде  $\gamma$  – твердого раствора. Однако в междоосных участках сплава и по субграницам сохранились частицы крупной  $\gamma'$ -фазы.

Таким образом, изменение структуры сплава ЖС36-ВИ [001] после нагревов на различные температуры соответствует определенным по ДСК температурным интервалам фазовых переходов в сплаве, а температурный интервал стабильного состояния  $(\gamma+\gamma')$  структуры сплава составляет 950 – 1200°C.



а, б – поперечное сечение образца; в – продольное сечение образца  
Рис. 5 Тонкая структура сплава ЖС36-ВИ [001] после нагрева на  $T=1230^{\circ}\text{C}$ ,  $\tau=30$  мин и охлаждения



а,б – поперечное сечение образца; в – продольное сечение образца  
Рис. 6 Тонкая структура сплава ЖС36-ВИ [001] после нагрева на  $T=1300^{\circ}\text{C}$ ,  $\tau=30$  мин и охлаждения

Работа выполнена при поддержке конкурса на проведение научных исследований аспирантами, молодыми учеными и кандидатами наук Уральского федерального университета в 2011 г.